

# PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET  
Patentavdelningen

## Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

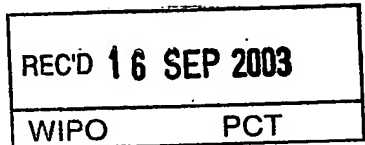
*This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.*



(71) Sökande *Effpower AB, Vikmanshyttan SE*  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer *0202553-4*  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum *2002-08-29*  
Date of filing



*Stockholm, 2003-09-05*

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

*Lisa Junegren*

Lisa Junegren

Avgift  
Fee

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

## SEPARATOR, BATTERI MED SEPARATOR SAMT FÖRFARANDE FÖR FRAMSTÄLLNING AV SEPARATOR

### TEKNIKENS OMRÅDE

- 5 Uppfinningen hänför sig till en separator för ett batteri samt ett batteri med minst en sådan separator. Den hänför sig även till ett förfarande för framställning av en sådan separator.

### TEKNIKENS STÅNDPUNKT

- 10 Batterier för startändamål, belysning, reservkraft och liknande är elektrokemiska strömkällor med energi lagrad i elektroder. Elektroderna bildar ett elektrokemiskt system bestående av minst en katod (positiv elektrod ansluten till batteriets positiva pol), minst en anod (negativa elektrod
- 15 ansluten till batteriets minuspole) samt elektrolyt.

- De vanligast förekommande, laddningsbara systemen för nyssnämnda ändamål är blybatteriet och nickelkadmiumbatteriet. Flera andra system finns under utveckling, bl.a. Ni-MH, som
- 20 ersätter NiCd batteriet. Nämnda batterisystem har vattenbase-  
rade elektrolyter, men andra system kräver organiska elektrolyter och även batterier med saltsmältor förekommer.

- Om man genom t.ex. en kraftig mekanisk påkänning skulle slå
- 25 samman en katod och en anod i samma batteri, skulle en kortslutning ske. Kortslutningen kan vara så kraftig att en explosion inträffar. Det är därför nästan alltid så att en skiljevägg måste placeras mellan varje katod och anod. Skiljeväggen (separatorn) måste vara elektriskt oledande men så porös att
- 30 ström kan passera relativt obehindrat mellan elektroderna.

I vissa konstruktioner kan separatorn komma att uppta hela avståndet mellan elektroderna, särskilt om detta avstånd är

litet. I en del system, t.ex. i blybatteriet, deltar elektrolyten i cellreaktionerna och mängden svavelsyra måste då anpassas till den kapacitet man önskar ta ut ur batteriet. Därför kan elektrodavståndet behöva göras extra stort och det kan visa sig nödvändigt att tillverka en separator med ribbor. Dessa ribbor ges då en höjd och utformning så att de stöder mot elektroderna. Typisk porositet för en separator avsedd för ett batteri med vattenbaserad elektrolyt kan vara 50-75 %.

- 10 Materialet i separatorn varierar beroende på elektrolytens sammansättning. PVC är ett vanligt materialslag eftersom det är kemiskt stabilt i såväl sur som alkalisk elektrolyt. I mera avancerade batterier, som arbetar vid hög temperatur kan exempelvis bornitridfilt komma till användning. I några fall kan man anordna elektroderna så att de är i flytande form t.ex. NaS-batteriet och då elektrolyten utgörs av fast  $\text{Al}_2\text{O}_3$  har separatorn kunnat elimineras.

- 20 Ett speciellt material har kommit till användning i blybatterier. Mikrofina fibrer av kemiskt beständigt glas (C-glas) läggs till en matta med tjockleken 0,5 mm upp till 2 mm och en porositet av ca 95 %. En sådan matta kan hålla en stor mängd syraelektrolyt, men kan lätt pressas samman. Så t.ex. behövs endast ett tryck av c:a 80 kPa för att pressa en glasullseparator (AGM-separator; AGM = Absorbent Glass Mat) från tjockleken 1 mm till 0,5 mm.

- 30 En AGM-separator har två egenskaper som gör den gynnsam att använda i blybatterier. Separatorn kan, om den läggs an mot det aktiva materialet i den positiva elektroden, hindra partiklar som lossnar från elektroden att falla ned till botten av batteriinnestutningen, där det i så fall relativt lätt skulle uppstå kortslutningar.

Den andra gynnsamma egenskapen är förmågan att hålla svavelsyran fördelad i separatorns porer, även om inte separatorn är helt mättad med syra. Denna egenskap möjliggör för det syre som bildas vid den positiva elektroden under laddningen att passera genom separatorerna och reduceras till vatten vid den negativa elektroden - s k. syrgasrekombination.

Framför allt vid underhållsfria blybatterier utnyttjas dessa fördelar eftersom man då kan göra batterierna slutna med endast en ventil som öppnar om gastrycket blir för högt. Man kan även nå högre kapacitet per volymenhet i och med att det s.k. slamutrymmet under elektroderna, och utrymmet ovanför elektroderna, i stort sett har kunnat elimineras.

Kraven på batterierna och deras tillämpning har resulterat i många varierande konstruktioner. Beträffande blybatterier finns två huvudtyper: batterier med smorda, flata positiva elektroder och batterier med positiva rörelektroder. De senare innesluter det positiva aktiva materialet (PAM) i ett poröst hölje och PAM omger en strömtilledare av bly eller en blylegering. Röret som omger PAM är i sig ett gott stöd för massan. En viss kompression av PAM förekommer i och med att den centrala strömledaren korroderar och bildar blydioxid, som har större volym än bly. Det är väl känt att dessa rörelektroder har längre livstid räknat i antal cykler än de smorda flata elektroderna. Orsaken tillskrivs det tryck som uppstår genom nämnda expansionen.

Vid upprepade urladdningar av elektroderna i ett blybatteri sker en expansion av det aktiva materialet, varvid elektroderna blir porösare, samtidigt som kontakten mellan de enskilda partiklarna blir svagare. Denna expansion fortsätter

sedan med antal urladdningar tills den interpartikulära kontakten brutits.

5 Denna effekt kan motverkas genom att ett mekaniskt tryck  
anlägges mot elektrodytorna under laddningen såsom har beskri-  
vits för rörelektroder. En viss expansion bör dock tillåtas  
för att aktiva materialet skall kunna utnyttjas väl. Genom den  
fjädrande verkan som finns hos glasfibrerna i AGM separatorer  
skulle denna separatortyp vara väl lämpad för detta ändamål.  
10 Då man emellertid oftast önskar göra separatorn så tunn som  
möjligt för att batteriets inre motstånd skall vara minimalt,  
kommer en sådan separator att pressas samman så mycket att den  
fjädrande effekten upphör. Högre tryck än 80 kPa är inte van-  
ligt förekommande. Tunna (sammanpressade) separatorer d.v.s.  
15 0,5 mm och däromkring medför risk för kortslutning via dendri-  
ter.

#### UPPFINNINGENS ÄNDAMÅL OCH VIKTIGASTE KÄNNETECKEN

20 Föreliggande uppfinning har till ändamål att undanröja proble-  
men med den kända tekniken och i synnerhet att åstadkomma en  
förbättring av såväl separatomaterialets stabilitet och han-  
terbarhet som batteriets kapacitet och livslängd.

25 Detta ändamål uppnås vid en separator och ett batteri av  
inledningsvis nämnt slag genom särdragen i den kännetecknande  
delen av respektive självständigt patentkrav.

30 Separatorer enligt uppfinningen kan utsättas för högt meka-  
niskt tryck vid sammanbyggnaden utan att separatorns struktur  
kollapsar.

Utmärkande för uppfinningen är att fibrerna i separatorerna är  
sammanlänkade så att separatorn tål en hög mekanisk belastning

utan att förlora förmågan att vid tryckavlastning återgå till i huvudsak ursprunglig tjocklek. Det är också syftet med uppfinningen att fibrerna inte skall röra sig gentemot varandra. Vidare avser uppfinningen att åstadkomma separatorer som kan belastas med upp till 300 kPa.

Det är också utmärkande för uppfinningen att sagda sammanlänkning av fibrerna sker genom anrikning av nanopartiklar och, vid avdrivning av vätskefasen (lösningsmedlet), slutligen sammanbindning av dessa och fibrerna i sagda korspunkter.

Enligt uppfinningen tillförs sagda nanopartiklar separatorerna genom tillsats av en dispersion av sagda partiklar i vatten eller annat lösningsmedel varefter separatorerna torkas. Härvid uppkommer således en stabil och permanent bindning av partiklarna till varandra i fibrernas korspunkter, vilken motstår angrepp från i ifrågavarande batteri använd elektrolyt.

Med begreppet kolloidala nanopartiklar avses partiklar av sådan ringa storlek, i nanometerområdet, att partiklarna förblir dispergerade i den använda vätskan så att det bildas en stabil kolloid. Partiklarnas ringa storlek bidrar också till att ovannämnda stabila och permanenta bindning verkligen uppkommer.

25

Genom att ytan hos ifrågavarande partiklar uppvisar ytbundna grupper med laddning, kommer partiklarna när de är dispergerade i vätskefasen (lösningsmedlet) att repellera varandra. Vid lösningsmedlets avlägsnande kommer partiklarna närmare varandra och även fibrerna, och bindingsbryggor mellan de enskilda partiklarna att uppstå, ledande till den uppfinningsenliga stabiliseringen.

30

En impregneringsvätska med ett bindemedel av företrädesvis  $\text{SiO}_2$ , utgörande nämnda kolloidala nanopartiklar, tillsätts separatorn och för att åstadkomma impregnering av separatorer.

5 I synnerhet i kombination med ett högt mekaniskt tryck på elektroder och separatorer finner uppfinningen sin tillämpning. Uppfinningen kan tillämpas på alla batterier med separatorer men beskrivs här i synnerhet för bipolära blybatterier för långvarig cykling.

10 Utöver nämnda torkprocess kan genom värmebehandling av den anrikade separatorn vid temperaturer mellan c:a 300 °C och 700 °C uppnås en avsevärd förstyvning av materialet i korspunkterna och därigenom en stabilare separator.

15 I synnerhet är de oorganiska fibrerna av glas, vilket är ett ekonomiskt och tekniskt bra material. Särkilt innefattar separatorn enligt uppfinningen AGM-material. Genom att vidare dispersionen omfattar  $\text{SiO}_2$  i vattenlösning uppnås ett till glaset  
20 i fibrerna väl bindande material samt en ekonomisk och lätt-hanterlig dispersion.

Genom att bindemedlet bringas att utgöra mellan c:a 20 och 60 % av den totala separatorvikten erhålls en god avvägning mellan styrka och eftergivlighet, vilket accentueras då bindemed-  
25 let föredraget bringas att utgöra mellan c:a 25 och 45 % av den totala separatorvikten.

Uppfinningen avser även batterier, företrädesvis bipolära bly-  
30 batterier, monterade med separatorer enligt ovan, och även företrädesvis under högt tryck.

Ytterligare fördelar uppnås genom andra aspekter av uppfinningen.

5 Det är känt genom JP 2001283810 att genom impregnering av AGM-separatorer med en vätska innehållande dispergerade partiklar, åstadkomma separatorer med partiklar placerade mellan glasfibrerna för att försvåra penetrationen med dendriter. Härigenom kan dessa separatorer göras tunnare än vad som är vanligt. Härvid föreligger således ingen anrikning av impregneringsmaterial i fibrernas korspunkter. Det anges följaktligen inte  
10 heller att man skulle kunna få en ökad flexibilitet eller att separatorerna i sig skulle kunna motstå ett högt tryck.

Ett annat sätt att anpassa separatorn till ett (litet)  
15 elektrodavstånd beskrivs av Brecht (US Pat. 5,091,275 Febr. 25 1992). Ett bindemedel av kolloidial  $\text{SiO}_2$  och ett sulfat i vattenlösning tillföres separatorn. Separatorn torkas i sammanpressat tillstånd varvid  $\text{SiO}_2$  och sulfatet förenas till ett koagel. Separatorerna monteras i celler mellan elektoderna och  
20 vid tillsats av syran löses bindemedlet. Därvid sväller separatorn och ger en god anliggning mellan elektrod och separator. Det framgår emellertid av denna skrift att detta koagel upplöses och inte binder samman glasfibrerna sedan syran påfyllts.

25

En obehandlad AGM-separator (AGM = Absorbitive Glass Mat) som här avses består till 100 % av glas med hög kemisk beständighet. Fiberdiametern kan för 90 % av materialet vara  $<1 \text{ um}$ . En separator bestående av obehandlad AGM är mekaniskt svag och  
30 har låg rivstyrka, speciellt när den fyllts med svavelsyra eller vatten (våtstyrka). En viss flexibilitet kan iakttas hos den obehandlade AGM-separatorn: när den belastas med tyngder och sedan avlastas återtar den efter en tid sin ursprungliga



tjocklek om inte belastningen varit så hög att glasfibrerna krossats.

5 En viss skillnad föreligger emellertid mellan belastningen vid torr och våt separator. Den våta separatorn blir med tiden något mindre elastisk och det vid tillverkningen applicerade trycket på elektroder och separatorer sjunker.

10 Flexibiliteten hos separatorerna är som angetts ovan väsentlig för såväl kapacitet som livslängd hos batterierna. En separator skall kunna upprätthålla ett högt, konstant tryck på de aktiva materialen under batteriets livslängd, men samtidigt visa en flexibilitet som medger att den expansion av de aktiva materialen, som är en följd av urladdningen, kan tillåtas. När  
15 laddningen sedan börjar skall separatorn återfjädra för att åstadkomma en kompression av de aktiva materialen tillbaka till ursprunglig tjocklek. Föreliggande uppfinning är riktad mot att åstadkomma en sådan flexibilitet.

20 Separatorer tillverkas ofta av plast med inblandning av porgörare. Glasfiberseparatorer kan bindas med organiska ämnen. Organiska föreningar i kontakt med  $PbO_2$  bör emellertid undvikas då de efterhand oxideras till  $CO_2$ , som försvårar syrgasrekombinationen i ventilreglerade batterier. Enligt uppfinningen  
25 används endast oorganiska föreningar som separatormaterial och som impregneringsmedel (bindemedel).

30 För att uppnå en mekaniskt stark separator med viss flexibilitet och hög porositet impregneras enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen AGM-separatorer med en dispersion av kollodial  $SiO_2$  i nanopartikelform.

Produkten med handelsnamnet "BINDZIL" resp "NYACOL" tillverkas av EKA Chemicals med olika koncentrationer  $\text{SiO}_2$  och olika partikelstorlekar. Här har valts "BINDZIL 30/220" med partikeldiameter 15 nm men uppfinningen är därför inte begränsad till vare sig denna kvalitetsbeteckning eller denna tillverkare utan avser även andra slag av dispergerade kolloidala nanopartiklar.

Glasfibrerna i ursprungsmaterialet till nämnda separatorer är löst lagda i slingor och ger åt separatorn en viss flexibilitet som uppstår genom att glastrådarna rätas ut under pålagt tryck. De  $\text{SiO}_2$  partiklar som genom dispersionen tillförs separatorn kommer under torkningen att binda samman fibrerna i korspunkterna och ökad styvhet och motstånd mot mekaniskt tryck uppnås. Eftersom inte alla fibrer i separatorn binds på detta sätt kvarstår dock en del av flexibiliteten.

"BINDZIL 30 /220" är en 30%ig lösning med avseende på innehållet av  $\text{SiO}_2$  och spädes före impregneringen till en lösning innehållande mellan 10 och 50 % av BINDZIL 30/220, ( motsvarande 3,5 - 16,4 vikt-%  $\text{SiO}_2$ ) företrädesvis 20 % av BINDZIL 30/220 (motsvarar 6,9 vikt-%  $\text{SiO}_2$ ) eller däromkring. Lösningen påförs separatorn i en mängd av t.ex. ca 10 ml/100 cm<sup>2</sup> vid en separatortjocklek av ca 0,85 mm. Den påförda volymen kan varieras och beror naturligtvis även på separatorns tjocklek. Det har visat sig fördelaktigt att använda en lösning som erhållits genom spädning av mellan 15 och 35 % BINDZIL 30/220, företrädesvis ca 25 - 30 %, då detta medför en god avvägning mellan styvhet, flexibilitet och kvarstående porositet, som är lämplig för de flesta applikationer.

Efter torkning vid c:a 110°C har separatorerna, som före impregneringen var mjuka och böjliga som en väv, nu blivit

styva men med en viss flexibilitet. Ytterligare höjning av temperaturen upp till åtminstone 300°C och upp till c:a 700°C ger en mycket styv separator. Separatorer som impregnerats på detta sätt kan nu hanteras som plana skivor vid monteringen av batterierna. Vid glasfibrer är temperaturer i synnerhet i området kring 500°C fördelaktiga, eftersom vid högre temperaturer glaset kan påverkas negativt.

De ovan angivna procenttalen är relaterade till BINDZIL 30/220. Ett mera praktiskt mått är att ange procent tillsatt bindemedel d.v.s. mängd torr  $\text{SiO}_2$ . I tabell 1 har därför "%BINDZIL" angivits även som "gram  $\text{SiO}_2$ /gram glas". Porositeten i AGM-separatorer är hög (ca 95 - 96 %) och påverkas mycket litet av tillsatsen. Här framgår också sambandet mellan mängd  $\text{SiO}_2$  och porositeten.

Tabell 1

BINDZIL	Ytvikt	Bindemedel	$\text{SiO}_2$ /glas	Porositet
(%)*)	(g/m <sup>2</sup> )	(%)	(g/g)	(%)
0	132	0	0	95
10	168	21	0,27	94,6
20	204	35	0,54	93,2
50	312	58	1,36	89

\*) Avser % BINDZIL 30/220 i vattenlösning exv. 20 % = 20 ml BINDZIL+80 ml aq.dest.

I de exempel som givits och även i övrigt har det här talats om mikrogas som separatormaterial. I förekommande fall kan separatorer tillverkas utgående från andra mineralfibrer. Dessa kan bindas på samma sätt med kolloidal  $\text{SiO}_2$ , men även med kolloida partiklar av  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{TiO}_2$  och för övrigt de

flesta metalloxider kan utgöra lämpliga bindemedel och omfattas därmed av uppfinningen. Som exempel binds  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -fibrer av kolloidal  $\text{SiO}_2$  samt även av  $\text{Al}(\text{OH})_3$  och  $\text{TiO}_2$ . Ett stort antal andra kombinationer av fibermaterial - impregnerings-  
5 medel/bindemedel kommer ifråga samt omfattas av uppfinningen.

Lösningsmedlet för den kolloidala  $\text{SiO}_2$  är vatten av pH ca 9,0. Det är tänkbart att även organiska lösningsmedel skulle kunna komma att användas och uppfinningen omfattar även dessa.

10 Blybatterier kan arrangeras så att PAM står under ett visst mekaniskt tryck, vilket motverkar en expansion av PAM. Samtidigt som man anlägger ett tryck mot PAM uppstår samma tryck på det negativa aktiva materialet (NAM). Då NAM, som i laddat  
15 tillstånd utgörs av poröst bly, är mjukare än PAM kommer NAM att minska i tjocklek om inga åtgärder vidtas. För att motverka denna nackdel ingår enligt uppfinningen ett tryckupptagande galler i den negativa elektroden.

20 Batterier med ett tryck av upp till 80 kPa på AGM-separatorer inplacerade mellan PAM och NAM är kända. Enligt uppfinningen är det möjligt att kombinera högt mekaniskt inspänningstryck på elektroderna med en impregnerad separator av AGM-typ och en tryckupptagande anordning på negativa elektroden. Denna anordning kan vara att formsprutat galler eller upphöjningar i mellanväggen bipolära batterier. I vanliga batterier utgör inte  
25 detta tryck på negativa elektroden i allmänhet något problem eftersom NAM påföres det negativa gallret jäms med dess yttre kontur.

#### BESKRIVNING AV UTFÖRINGSEXEMPEL

30 Tillämpningen av uppfinningen kommer här att beskrivas för ett bipolärt blybatteri avsett för urladdning och laddning med

höga strömmar. Detta begränsar dock inte uppfinningen till detta utförande utan det avses att uppfinningen skall kunna tillämpas på varje annan konstruktion av blybatterier i första hand men även på andra batterityper. På ritningarna visar:

5

Figur 1 schematiskt ett bipolärt batteri,  
Figur 2 i diagramform kompressionen av AGM-separatorer med och utan impregnering vid ökande och avtagande belastning,  
Figur 3 ett galler som är avsett för tryckupptagningen på den  
10 negativa elektroden,  
Figur 4 en semi-bipolär batterienhet,  
Figur 5 livslängden hos ett bipolärt batteri med separatorer enligt uppfinningen,  
Figur 6a ett elektronmikroskopfotografi av glasfibrerna i en  
15 obehandlad glasfibermatta, och  
Figur 6a ett elektronmikroskopfotografi av hur  $\text{SiO}_2$  binder samman glasfibrerna i en glasfibermatta enligt uppfinningen.

20

Vad som säges nedan om fibrer av glas formade till en separator för batterier gäller också för andra oorganiska föreningar som kan formas till fibrer.

25

Uppfinningen avser en förstärkt separator för batteri, batterier med sagda separatorer samt sätt att tillverka sådan separator. Dessa batterier kan ha ett mekaniskt tryck på elektroderna av mellan c:a 80 och 250 kPa samt en tryckupptagande anordning i negativa delen, företrädesvis av plast. Separatorerna skall motstå sagda tryck utan att materialet bryts och skall ha viss flexibilitet.

30

Batteri för höga strömmar motsvarande urladdningstider på c:a 0,5 till 1 minut för fullständig urladdning bör ha ett kort elektrodavstånd för att det inre motståndet i ett blybatteri

skall vara lågt. Vidare bör elektroden och övriga komponenter i batteriet konstrueras så att en jämn fördelning av strömmen över elektrodytorna erhålls. Ett föredraget utförande för ett sådant batteri kan vara en bipolär konstruktion som exempelvis är känd från US Patent nr 5,550,211. Detta batteri är konstruerat för sagda laddnings - och urladdningsförhållanden. Det har visat sig att ett mekaniskt tryck av åtminstone 150 kPa men företrädesvis 200 kPa ger batteriet en god livslängd. Beskrivningen av uppfinningen kommer här att ansluta till nämnda patent, men är av den anledningen inte nödvändigtvis bunden till denna konstruktion.

Med hänvisning till figur 1 omfattar en elektrod 1 för bipolära batterier en elektronledande vägg 6 med PAM 5 och NAM 7 på vardera sidan om denna vägg. Varje bipolär elektrod 1, speciellt i batterier enligt nämnda US Patent 5,550,211, är innefattad i en ram 2 så konstruerad att den ger plats för en separator 4. Fem bipolära elektroder och två monopolära änd-elektroder 2 bildar tillsammans ett 12 V bipolärt batteri. Väggarna 6 utgörs av porösa keramiska plattor (t ex 20 x 15 cm) vars porer fyllts med bly eller en blylegering för att få elektronisk ledning.

Den negativa massan, bestående av en blandning av blyoxid, vatten, svavelsyra och s.k. expander appliceras i vått tillstånd mot ena sidan av den keramiska, blyfyllda skivan med ett tryckavlastande galler 3 (se även figur 3; 9 avser utrymmen för att uppta den aktiva massan i strukturen 10) till en tjocklek av ca 1 mm och ej överstigande tjockleken av gallret.

Den positiva massan kan bestå av en blandning av vatten och förtillverkad 4-basiskt blyulfat ( $4\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4$ ) och appliceras på andra sidan av den bipolära elektroden och mot den bly-

fyllda porösa keramiska skivan. Efter torkning genomförs en formeringsprocess varvid den negativa massan omvandlas till porös Pb och den positiva massan till porös PbO<sub>2</sub> på sätt som är väl kända för fackmannen.

5

Separatorer 4 något större än elektrodytorna och med tjockleken 0,85 mm prepareras med BINDZIL 30/220 som beskrivs i ett exempel nedan. Separatorerna torkas vid 110°C över natt. Vid monteringen som görs med en separator mellan varje elektrod, sammanpressas separatorerna genom trycket till 0,7 mm.

10

Efter formering och sköljning monteras ändeledroder med poler, bipolära elektroder och separatorer samman till en stapel och dras ihop med hjälp av dragstänger till ett tryck av 200 kPa.

15

Andra tryck kan väljas varvid separatorn impregneras med en större eller mindre mängd BINDZIL i impregneringsvätskan vilket framgår av figur 2. Denna figur visar kompressionen som funktion av presstrycket. Belastningen ökades stegvis med c:a 25 - 50 kPa tills separatorn var helt sammantryckt. Då avlastades separatorn stegvis, varvid tjockleken ökade.

20

Av figuren framgår att en oimpregnerad separator sammanpressas till 0,7 mm redan med ca 15 kPa, medan man med 20 % BINDZIL (=0,42 g SiO<sub>2</sub>/g glas) uppnår 100 kPa och med 50 % BINDZIL (1,05g/g) ca 180 kPa. För att uppnå trycket 250 kPa med oimpregnerade separatorer krävs två separatorer, vardera av tjockleken 0,85 mm, som sammanpressas till 0,7 mm.

25

30

I ett annat föredraget utförande, se figur 4, tillverkas den bipolära elektroden i två halvor. Den ena halvan utgörande den positiva delen av den bipolära elektroden med aktivt material

lagt på den blyinfiltrerade keramskivan, den andra utgörande den negativa delen med aktivt material lagt på en förblyad kopparplåt 10 med ett galler för tryckavlastning.

- 5 Elektrodhalvorna är innefattade i varsin ram och lagda tillsammans bildas ett utrymme för separatorn. En separator 4 enligt uppfinningen impregnerad med BINDZIL, placeras mellan dessa elektroder. Separatorn har en tjocklek av t.ex 0.85 mm och sammanpressas till 0.7 mm vilket kräver ett tryck av 200
- 10 kPa om impregneringsmängden är 50% BINDZIL. Dessa elektroder med sin separator förseglas under sammanpressning med värme eller på annat för fackmannen välkänt sätt till en enhet om 2V. Denna enhet och ett godtyckligt antal på samma sätt tillverkade enheter läggs samman till en stapel och dras fast mot
- 15 varandra med dragstänger så att god elektrisk kontakt erhålles mellan alla enheter.

- Vid observation i elektronmikroskop kan man tydligt se att flertalet av glasfibrernas korspunkter har låsts av torkad
- 20  $\text{SiO}_2$ , figur 6b. Denna låsning är överraskande stabil, troligtvis beroende på att såväl underlaget som den påförda suspensionen har samma grundsammansättning. Den kemiska stabiliteten är dessutom mycket god: ett stycke AGM impregnerades med 30% lösning av BINDZIL 30/220 (motsvarande 0,52 g/g) och försågs i
- 25 vått tillstånd med ett antal  $90^\circ$  -veck samt torkades vid  $110^\circ\text{C}$  över natt. Provet förvarades sedan i svavelsyra av densiteten 1,30 i 12 månader. Ingen förändring av form eller förmåga att motstå tryck kunde iakttas efter denna tid. Som jämförelse visas i figur 6a en motsvarande glasfiberstruktur i obehandlat
- 30 tillstånd.

Exempel 1



Två bipolära batterier om 4V med elektrodyta av 16,6 cm<sup>2</sup> monterades med dels (A) två impregnerade separatorer av typ AGM, tjocklek 0,85 mm vardera, dels (B) en separator av typ AGM, tjocklek 0,85 mm impregnerad med 27% BINDZIL. Båda cellernas separatorer sammanpressades till 0,7 mm (elektroдавståndet),  
5 det första batteriet med 250 kPa och det sistnämnda med 150 kPa. Batterierna cyklades på följande sätt: 10 s urladdning med 5,4 A + 25 s laddning med 2,16 A + 5 s vila osv i 20 timmar, varpå batterierna fulladdades under 4 timmar. Därefter  
10 fortsattes cyklingen. Varannan vecka gjordes urladdning med 0,3 A för kapacitetsbestämning. Urladdningstiden som funktion av antalet cykler framgår av figur 5. Av figuren framgår den avsevärda skillnaden i praktisk livslängd hos ett batteri enligt uppfinningen i jämförelse med ett mer konventionellt  
15 batteri. I praktiken är även en behandlad separator kapabel att överträffa två obehandlade.

#### EXEMPEL 2

En separator med 27 % BINDZIL tillverkades genom att en  
20 oimpregnerad separator av AGM-typ 20,5 x 13,5 cm x 0,85 mm tjock lades ut på en perforerad aluminiumplåt, något större än separatorn. En BINDZIL lösning bereddes genom att 27 ml BINDZIL 30/220 späddes till 100 ml. 26 g av denna lösning tillfördes separatorn från mitten ut mot kanterna. Slutligen lutas aluminiumplåten med separatorn och ytterligare 1 gram av lösningen påfördes längs med den övre kanten. Separatorn täcktes med en aluminiumplåt av samma slag som den vilade på. Separatorn torkades i ugn vid 110°C över natten.

## PATENTKRAV

1. Separator för batteri och omfattande en plattformig struktur av oorganiska fibrer, kännetecknad av att sagda  
5 separator är impregnerad med en dispersion av kolloidala oorganiska nanopartiklar som anrikats i fibrernas korspunkter när lösningsmedlet avdrivits och bildar bindemedel.
2. Separator enligt krav 1, kännetecknad av att separatorn har  
10 värmebehandlats vid en temperatur mellan 300 och 700°C för att erhålla en avsevärt kraftigare förstyvning.
3. Separator enligt krav 1 eller 2, kännetecknad av att de oorganiska fibrerna omfattar material av någon ur gruppen:  
15 glasfibrer, mineralfibrer, metallfibrer.
4. Separator enligt krav 1, 2 eller 3, kännetecknad av att bindemedlet omfattar någon ur gruppen:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{TiO}_2$ .  
20
5. Separator enligt något av föregående krav, kännetecknad av att bindemedlet utgör mellan c:a 20 % och 60 % av den totala separatorvikten.
- 25 6. Separator enligt kravet 5, kännetecknad av att bindemedlet utgör mellan c:a 25 och 45 % av den totala separatorvikten.
7. Batteri med positiva och negativa elektroder, separatorer och elektrolyt, kännetecknat av att det inkluderar minst en  
30 separator enligt något av kraven 1 - 6.

8. Batteri enligt krav 7, **kännetecknat** av att det är monterat med ett tryck på elektroderna av minst 100 kPa, företrädesvis 150 - 250 kPa.
- 5 9. Batteri enligt krav 7 eller 8, **kännetecknat** av att bindemedel tillsatts separatorn i sådan mängd att den är komprimerbar till ca 80 % av sin tjocklek vid ett yttre pålagt tryck av mellan 80 och 250 kPa.
- 10 10. Batteri enligt krav 7, 8 eller 9 i bipolärt utförande, **kännetecknat** av att ett tryckavlastande galler är placerat i varje negativ elektrod.
- 15 11. Batteri enligt något av kraven 7 - 10, **kännetecknat** av att det utgörs av ett blybatteri med svavelsyraelektrolyt.
- 20 12. Förfarande för framställning av en separator för ett batteri, varvid en plattformig struktur omfattande oorganiska fibrer, **kännetecknat** av att sagda separator impregneras med en dispersion av kolloidala oorganiska nanopartiklar som anrikas i fibrernas korspunkter när lösningsmedlet avdrivs och bildar bindemedel.
- 25 13. Förfarande krav 12, **kännetecknat** av att avdrivning av lösningsmedel sker genom torkning vid förhöjd temperatur.
- 30 14. Förfarande krav 12 eller 13, **kännetecknat** av att separatorn efter avdrivning av lösningsmedel värmebehandlas vid en temperatur mellan 300 och 700°C för att erhålla en avsevärt kraftigare förstyvning av bindningen i nämnda korspunkter.

5 16. Förfarande enligt något av kraven 12 - 15, kännetecknat av att bindemedel ur gruppen:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{TiO}_2$  används.

18. Förfarande enligt något av kraven 12 - 17, kännetecknat av att bindemedlet bringas att utgöra mellan c:a 25 och 45 % av den totala separatorvikten.

15

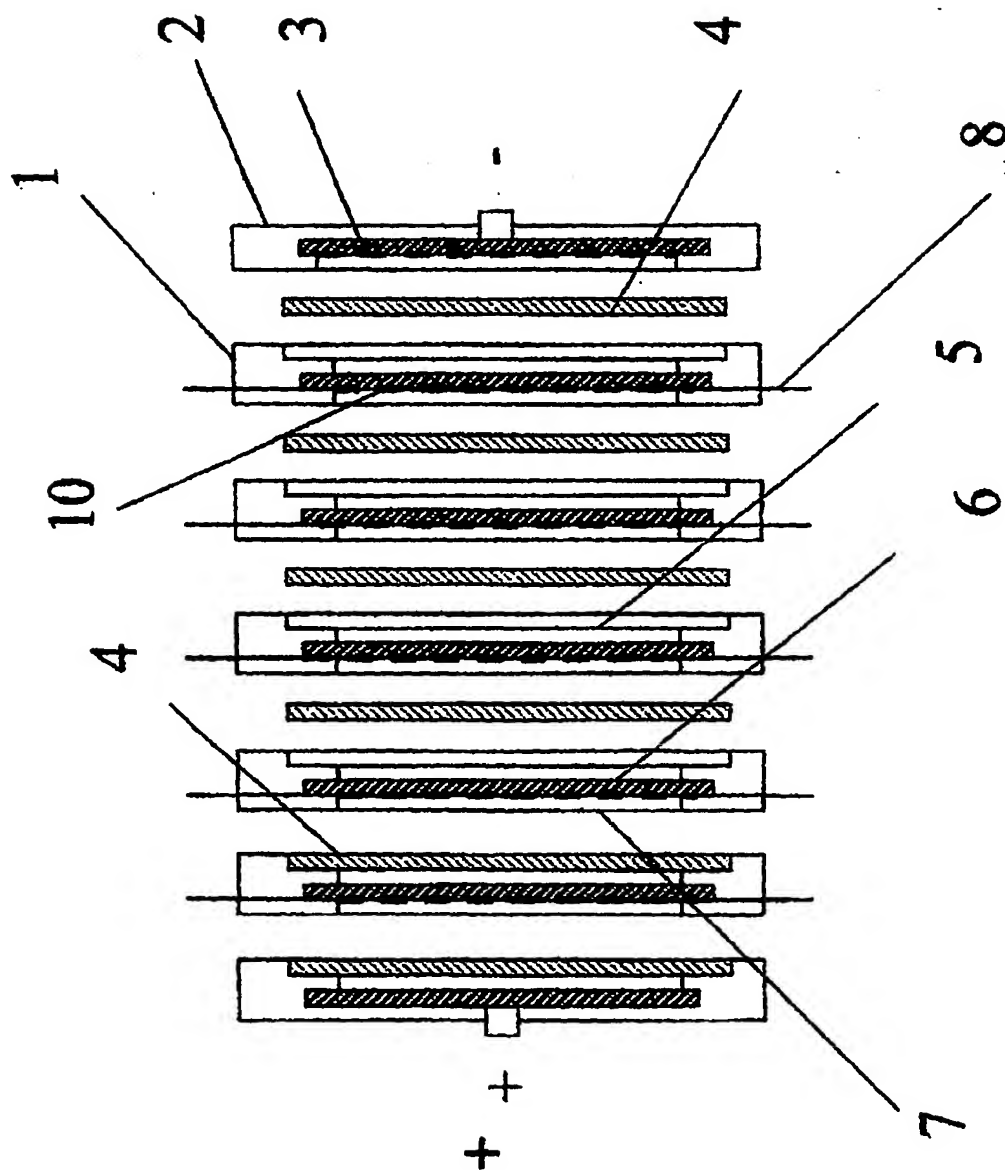
**Sammandrag:**

En separator för batteri och omfattande en plattformig struktur av oorganiska fibrer utmärks av att sagda separator är  
5 impregnerad med en dispersion av kolloidala oorganiska nanopartiklar som anrikats i fibrernas korspunkter när lösningsmedlet avdrivits och bildar bindemedel. Uppfinningen avser även ett batteri inkluderande en dylik separator med högt tryck på det aktiva materialet och ett förfarande för fram-  
10 ställning av en separator.

**Figur 1**

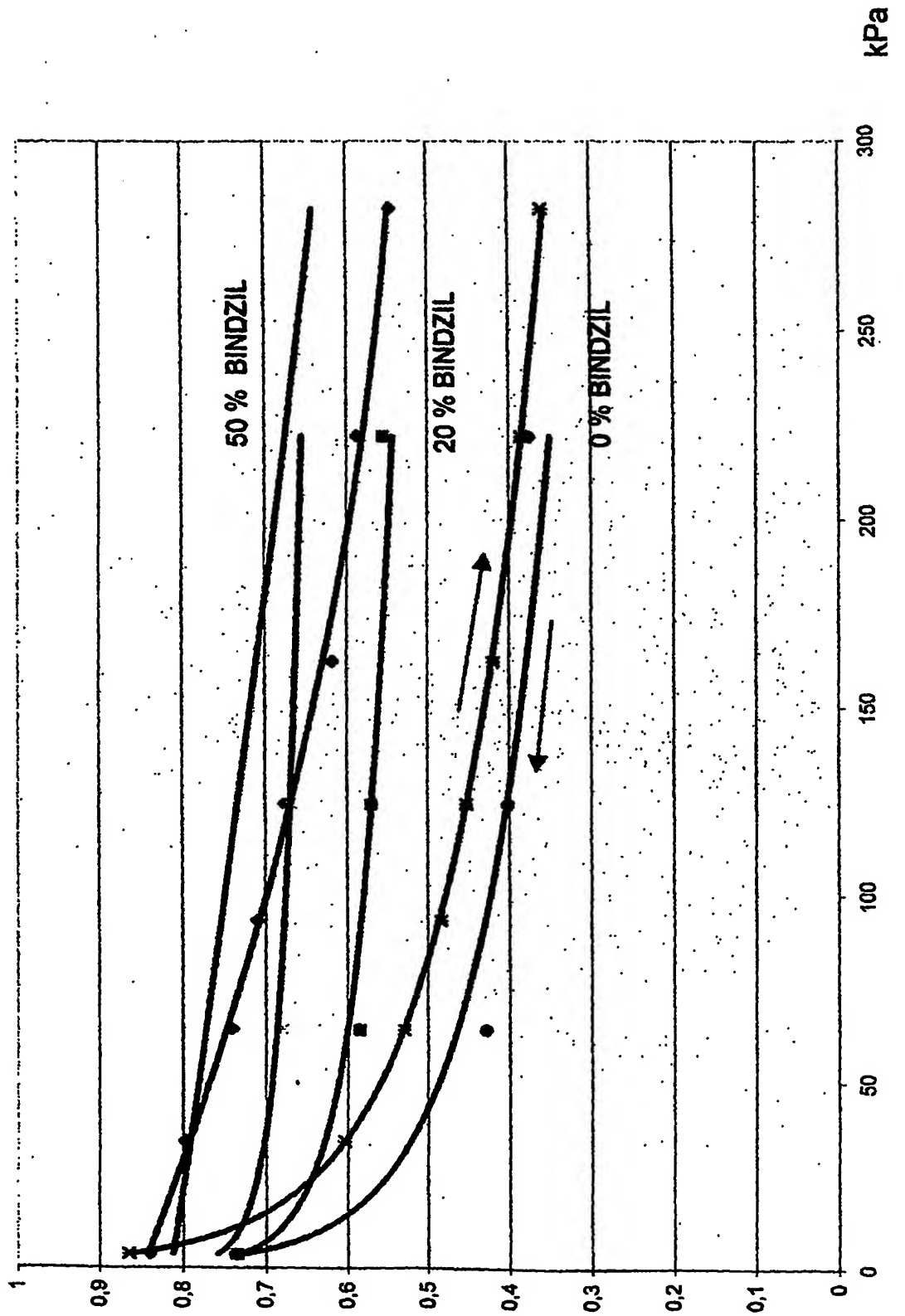
15

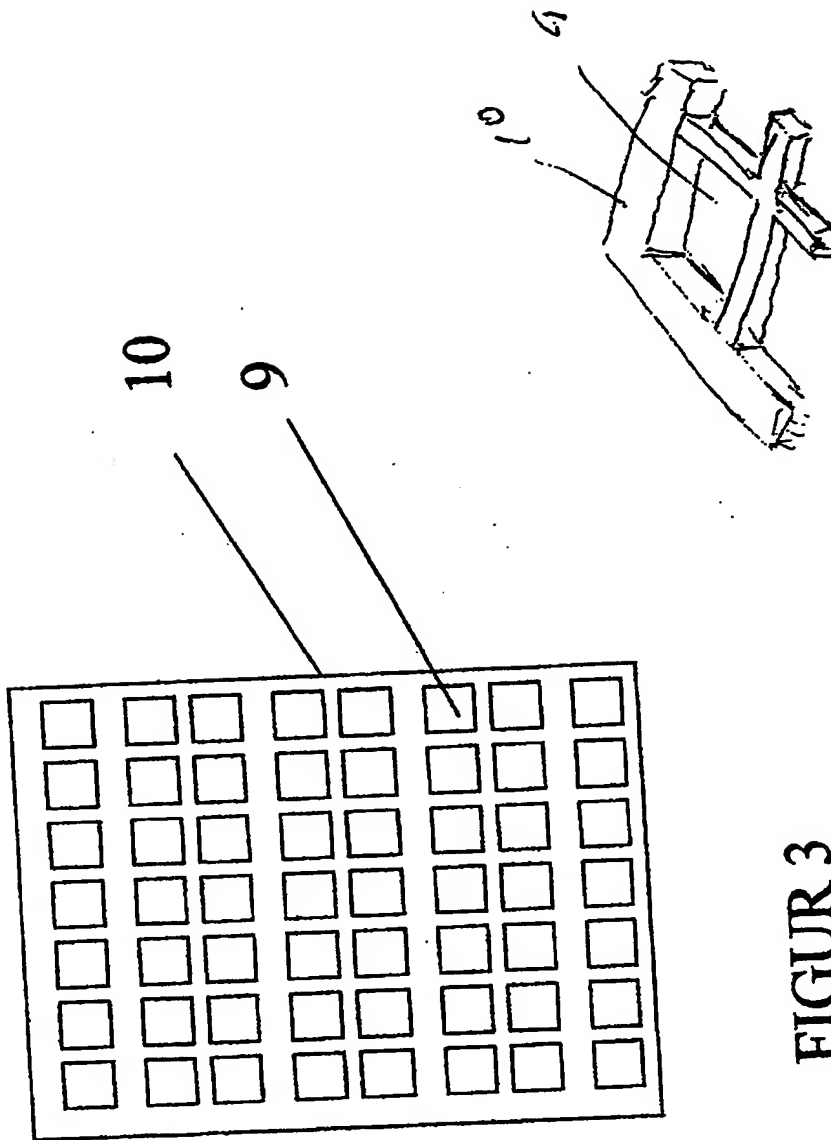
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20



FIGUR 1

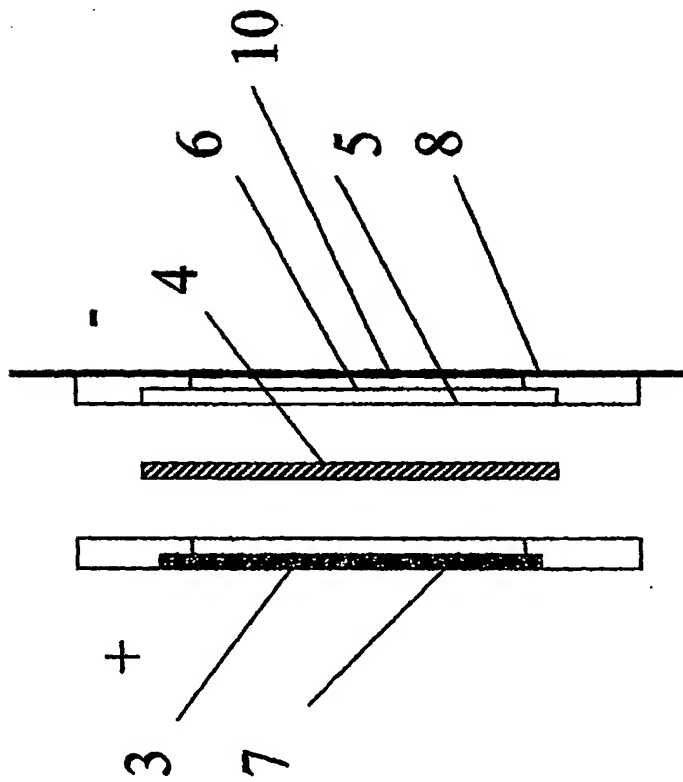
FIGUR 2





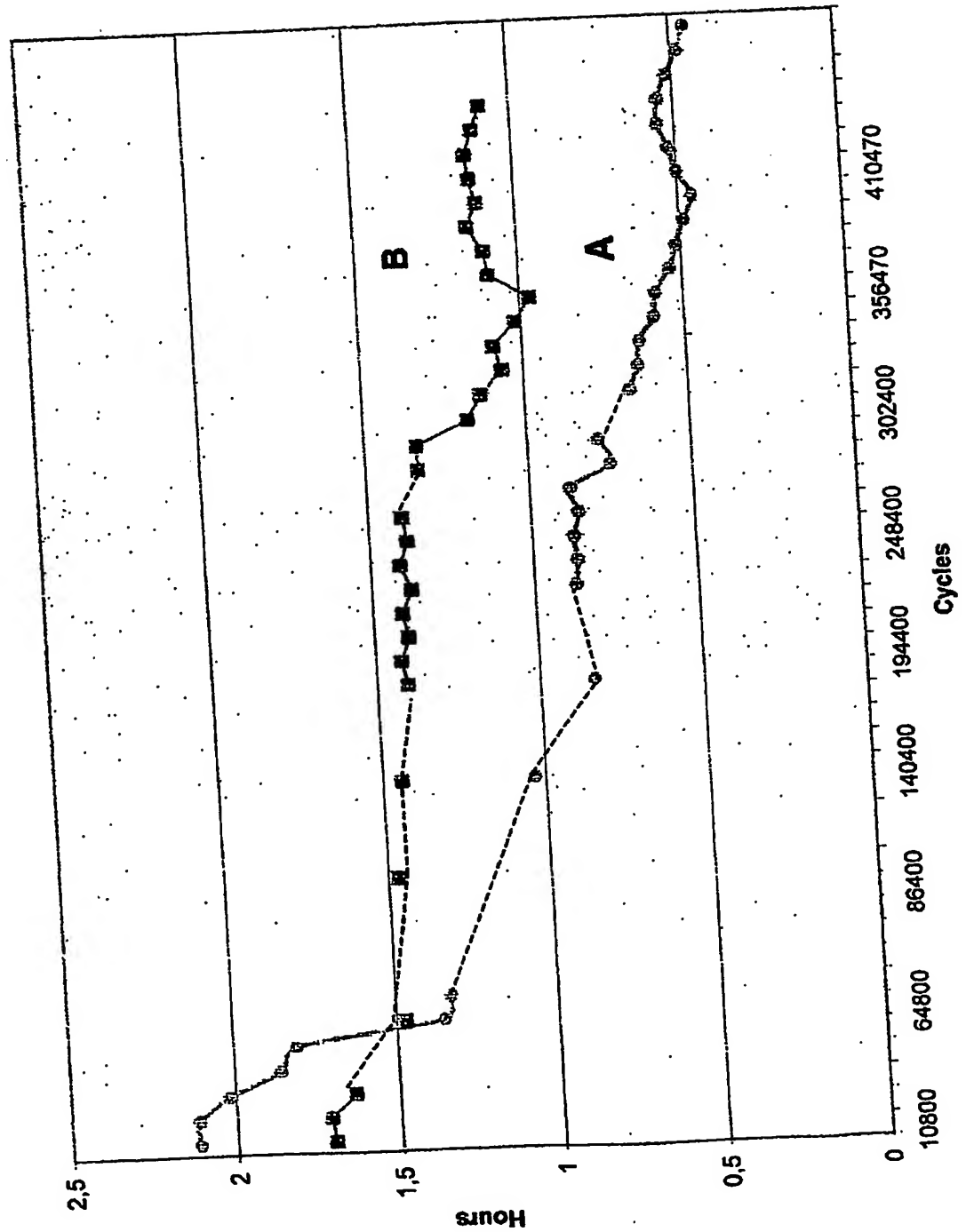
FIGUR 3





FIGUR 4

FIGUR 5



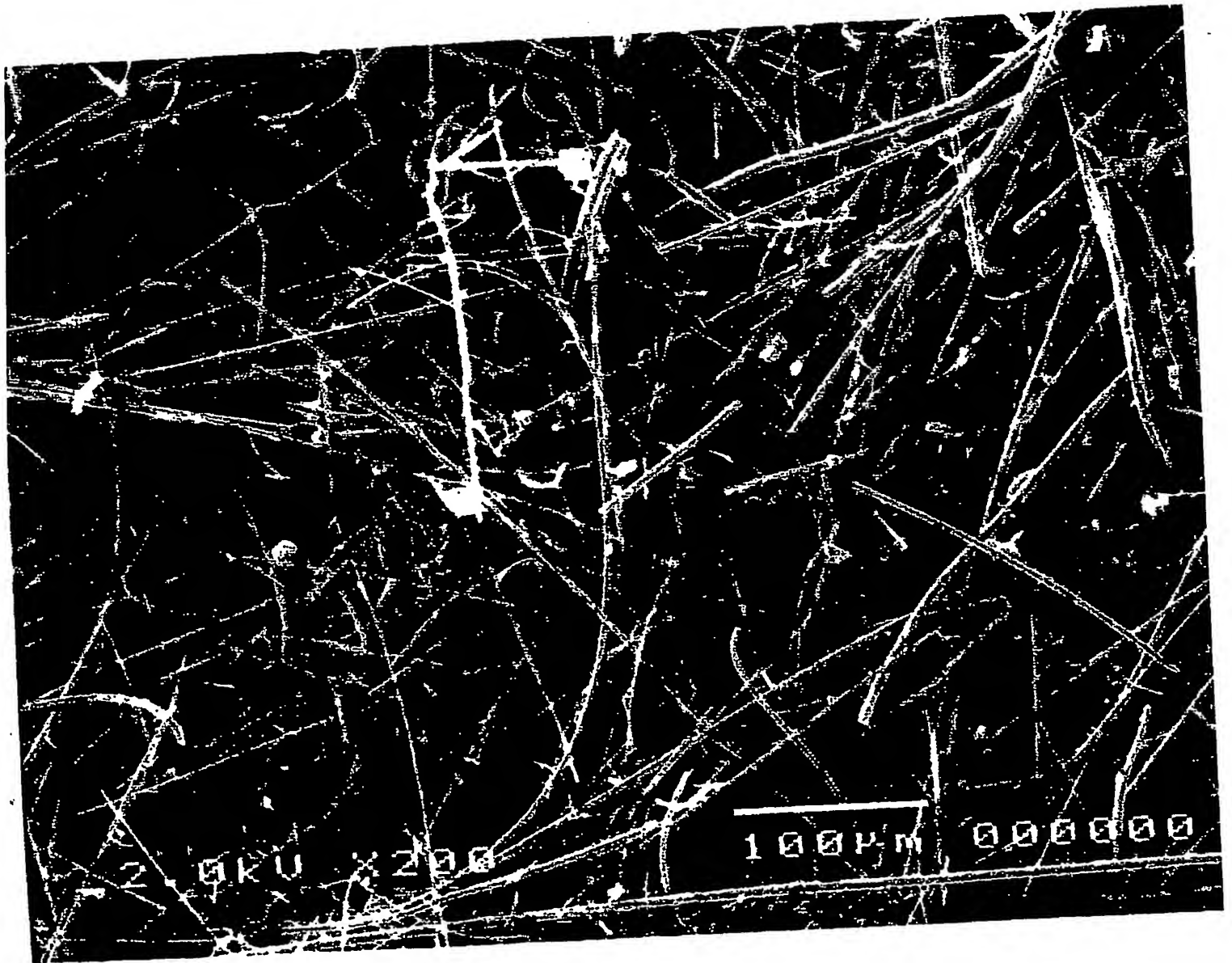


Fig 5a

PRU 12-08-03

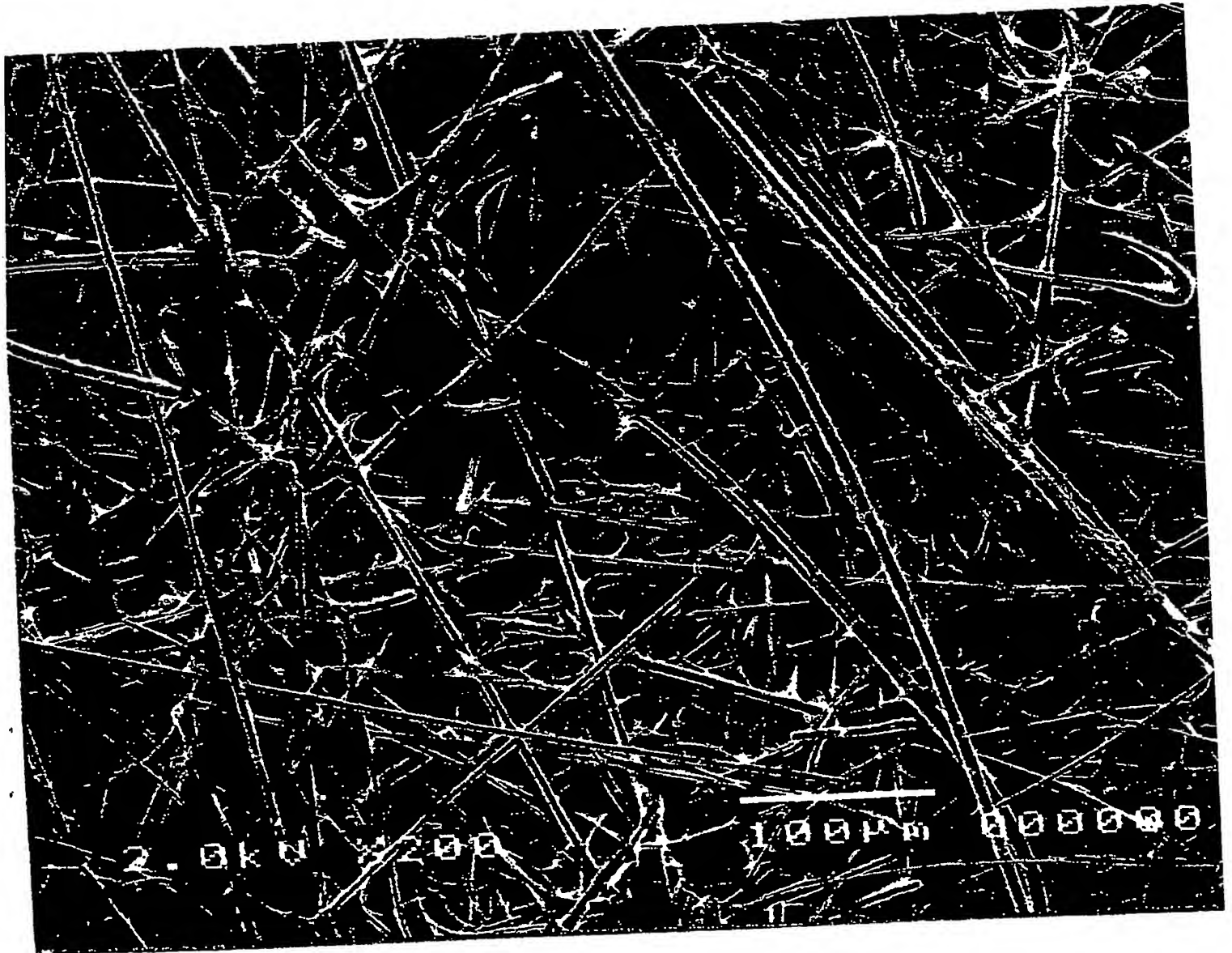


Fig 10.0

Best Available Copy